

新型城镇化空间关联网络及其对国土空间利用效率的影响

余亮亮, 廖东明

(华南理工大学公共管理学院, 广州 510641)

摘要: [目的] 系统刻画新型城镇化空间关联网络特征并探讨其对国土空间利用效率的影响, 以为完善新型城镇化政策, 推动国土空间高效利用提供理论依据与政策参考。[方法] 基于2005—2023年广东省21个地级市的面板数据, 运用社会网络分析模型细致刻画新型城镇化空间关联网络特征, 利用超效率SBM模型测度国土空间利用效率, 通过构建面板数据固定效应模型实证检验新型城镇化空间关联网络对国土空间利用效率的影响效应。[结果] 1) 广东省新型城镇化空间关联网络形成以珠三角为核心区, 其余地区为边缘区的“核心-边缘”圈层结构。2) 新型城镇化空间关联网络的网络关联度始终为1, 不存在“孤岛节点”; 网络密度先上升后下降, 但整体处于较低值; 网络等级度波动下降, 总体呈现由等级结构向扁平特征的转变趋势; 网络效率先上升后缓慢下降, 网络稳定性有所提升。3) 广州、深圳、佛山、珠海的点度中心度、接近中心度和中介中心度始终处于较高水平。4) 新型城镇化空间关联网络有助于提高国土空间利用效率, 但上述提升效应仅在珠三角地区、平原地区和在城镇空间利用效率维度有更显著的表现。[结论] 应内化网络化思维以引领新型城镇化转型, 引导各城市基于自身资源禀赋及其在新型城镇化空间网络中的功能定位, 制定差异化发展策略, 从而强化新型城镇化空间关联网络对国土空间高效利用的推动作用。

关键词: 国土空间利用效率; 新型城镇化; 空间关联网络; 社会网络分析; 广东省

中图分类号: F299.2

文献标识码: A

文章编号: 1009-2242(2026)04-0304-15

Spatial Correlation Network of New-Type Urbanization and Its Impact on Territorial Spatial Utilization Efficiency

Yu Liangliang, Liao Dongming

(School of Public Administration, South China University of Technology, Guangzhou, 510641, China)

Abstract: [Objective] This study systematically characterizes the spatial correlation network of new-type urbanization and examines its impact on territorial spatial utilization efficiency, aiming to provide theoretical support and references for improving new-type urbanization policies and promoting the efficient utilization of territorial space. [Methods] Based on panel data from 21 prefecture-level cities in Guangdong Province from 2005 to 2023, social network analysis was used to characterize the spatial correlation network of new-type urbanization. A super-efficiency model (SBM) was applied to measure territorial spatial utilization efficiency, and a panel data-based fixed effects model was constructed to empirically validate the impact of the spatial correlation network of new-type urbanization on territorial spatial utilization efficiency. [Results] 1) The spatial correlation network of new-type urbanization in Guangdong Province formed a core-periphery stratification structure, with the Pearl River Delta as the core area and the remaining regions as peripheral areas. 2) The network relevance score remained at 1 throughout the study period, and no island nodes were observed. Network density first increased and then decreased, but overall remained at a relatively low level. Network hierarchy showed a fluctuating declining

收稿日期: 2026-01-04

修回日期: 2026-03-23

录用日期: 2026-04-07

网络首发日期 (www.cnki.net): 2026-04-20

资助项目: 国家自然科学基金项目 (42301290); 国家社会科学基金后期资助项目 (20FGLB045); 广东省自然科学基金面上项目 (2024A1515012275, 2026A1515011983); 中央高校基本科研业务费专项 (QNZD2512)

第一作者: 余亮亮 (1989—), 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事土地科学和自然资源管理研究。E-mail: yuliangliang90@163.com

通信作者: 余亮亮 (1989—), 男, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事土地科学和自然资源管理研究。E-mail: yuliangliang90@163.com

http://stbxb.alljournal.com.cn

trend, indicating a transition from a hierarchical structure to a flatter one. Network efficiency first increased and then gradually decreased, while network stability improved. 3) The degree centrality, closeness centrality, and betweenness centrality of Guangzhou, Shenzhen, Foshan, and Zhuhai remained at relatively high levels. 4) The spatial correlation network of new-type urbanization helped improve territorial spatial utilization efficiency. However, this enhancement effect was more pronounced in the Pearl River Delta region, plain areas, and in the dimension of urban spatial utilization efficiency. [Conclusion] It is necessary to internalize network-based thinking to guide the transformation of new-type urbanization and to encourage cities to formulate differentiated development strategies based on their own resource endowments and functional positions within the spatial correlation network of new-type urbanization, thereby strengthening the role of the network in promoting territorial space efficient utilization.

Keywords: territorial spatial utilization efficiency; new-type urbanization; spatial correlation network; social network analysis; Guangdong Province

Received: 2026-01-04

Revised: 2026-03-23

Accepted: 2026-04-07

Online(www.cnki.net): 2026-04-20

国土空间是建设美丽家园的载体,是实现中国梦、建设美丽中国最重要的自然物质基础^[1-2],优化国土空间发展格局,提高国土空间利用效率,是新时代实现社会经济高质量发展的应有之义^[3-5]。党的二十大报告指出,深入实施新型城镇化战略,推进以人为本的新型城镇化,是推动国土空间高效利用的重要抓手。传统城镇化“重物轻人”的发展模式,导致土地城镇化快于人口城镇化,进而带来城镇空间无序蔓延,生态和农业空间被严重挤压等国土空间利用问题^[6-7]。为有效应对传统外延扩张式城镇化积累的弊端,国家实施新型城镇化战略,新型城镇化是以高质量发展为核心,以人的城镇化为本质特征,推动城乡融合、产业协同、生态宜居、文化传承与治理现代化的城镇化发展新模式^[8-10]。理论上,新型城镇化依托城市群作为主要空间发展载体,通过引导国土空间功能重构与网络化重组,借助基础设施的互联互通,强化区域骨架支撑,依托跨区域协同治理与配套政策创新,进而有效破除行政壁垒,引导要素自由流动,有助于构建集约高效的国土空间利用格局^[11-12]。

随着我国新型城镇化战略与国土空间规划战略的深入实施,学术界关于新型城镇化如何影响国土空间利用效率的研究不断深化,且主要从3个维度展开:其一,在要素配置与结构优化维度,新型城镇化以人的城镇化为核心引擎,驱动劳动力、资本及技术等生产要素向优势空间集聚,通过产生显著的规模经济与空间溢出效应,推动土地利用模式由外延粗放扩张向内涵集约利用转变,从而大幅提高单位国土空间的经济产出密度与全要素生产率,进而有效提升国土空间利用效率^[12-13]。其二,在空间形态重塑维度,新型城镇化以城市群与都市圈为空间载体,通

过引导人口与产业向核心区集聚,有效遏制城市空间的无序蔓延。该集约化发展模式显著降低对城市周边生态与农业空间的低效挤占,推动“三生空间”比例关系的结构性优化,进而实现国土空间资源配置的帕累托改进^[14-15]。其三,在绿色低碳与生态环保维度,新型城镇化通过强化生态保护红线约束,引导资源要素向存量空间集聚,从而在降低国土开发生态扰动强度的同时,提升生态空间的系统稳定性和碳汇能力,从根源上促进国土空间生态利用效率的有效提升^[16-17]。

在新型城镇化发展过程中,伴随着市场化、信息化和数字化水平的逐步提升,城市间的关系逐渐网络化。当城镇化率超过60%进入城市化后期发展阶段时,城市空间结构将呈网状结构,而当城镇化率超过80%时,城市空间将形成均衡的网络结构^[18]。城际间通过以高铁与互联网为代表的基础设施的互联互通,显著提升交通与通信效率,由此引发的时空压缩效应及信息、技术等非物质要素的跨区域流动,共同驱动着城市间网络互联程度的持续深化。自2019年我国城镇化率突破60%阈值以来,新型城镇化进程所呈现的网络化空间关联特征愈加显著。在复杂网络拓扑中,城市被建构为承载异质性功能的节点,其功能定位并非取决于单一规模或经济维度,而是地理区位、资源禀赋及多尺度交互因素共同作用的结果^[19]。通过对节点属性的系统解析,城市被重新定义为要素流通网络的关键枢纽,驱动城市间关系从垂直等级结构向基于功能互补与专业化分工的协同网络范式转型。因此,从空间关联网络特征视角出发,重新审视新型城镇化对国土空间利用效率的影响具有重要的理论和现实意义。基于此,本文基

于2005—2023年广东省21个地级市的面板数据,运用社会网络分析模型细致刻画新型城镇化空间关联网络特征,利用超效率SBM模型测度国土空间利用效率,通过构建面板数据双向固定效应模型实证检验新型城镇化空间关联网络对国土空间利用效率的影响效应,进而为提升新型城镇化质量和国土空间利用效率提供实证依据。

1 材料与方法

1.1 内在逻辑与分析框架

空间关联网络是一个源于地理学、区域经济学与社会网络分析交叉领域的概念,是指在特定地理空间范围内,各行为主体通过要素流的交换与互动所形成的一种复杂、非均质的关系结构,核心在于将研究视角从传统侧重于个体属性特征的空间分析,转向强调个体间相互关系与作用的网络分析^[20-21]。空间关联网络在拓扑学上可抽象为由节点(城市或区域实体)与边(要素流动或空间交互强度)共同构成的图结构模型^[22]。新型城镇化空间关联网络是空间关联网络理论在新型城镇化特定政策与实践领域中的应用与深化,其本质是指在新型城镇化战略导向下,区域内各城市节点依托人口、资本、技术与信息等要素的高效双向流动,所构建的旨在促进区域协调发展、城市功能互补与城乡融合共生的现代化城镇空间结构体系。

在基础设施互联互通的驱动下,区域新型城镇化空间关联网络呈现出日益复杂且紧密的演化特征。各城市基于区位条件、资源禀赋与比较优势,在新型城镇化空间关联网络中承担着不同角色定位,可分为主导者、接近者与中介者。上述角色可通过节点中心度进行识别与测量,具体涵盖点度中心度、接近中心度与中介中心度3类指标^[23]。不同角色所获取的网络外部性效应呈现出显著的节点异质性,角色差异将通过多种作用渠道对各城市的国土空间利用效率产生异质性影响^[24]。具体来看,新型城镇化空间关联网络通过要素重构、功能优化、韧性提升和创新溢出4种作用机制提升国土空间利用效率。

从要素重构路径来看,空间关联网络作为生产要素跨区域流动的核心通道,直接影响要素的流动效率与配置格局。依托网络的高效运行,时空距离得以有效压缩,大幅削减信息搜寻、货物运输及人员往来等交易成本,进而激活经济要素流量,有效抑制资源沉淀与低效错配,从流量维度实现国土空间利用效率的显著提升。该机制的核心在于发挥网络中接近中心度较高城市的枢纽作用。此类城市凭借其在网络拓扑结构中全局平均路径最短的空间邻近优

势,能够以极低的搜寻与交易成本构建跨区域链接。该种空间通达优势有效克服由市场分割与行政壁垒引致的制度性摩擦,显著缓解信息不对称问题,从而加速生产要素的跨区域自由流动与精准匹配。本质上,该机制将拓扑位置优势转化为要素配置红利,通过矫正空间资源错配,有力驱动国土空间利用效率的整体跃升。

从功能优化路径来看,空间关联网络推动城市间关系由同质化竞争向异质性互补转变,通过功能分工实现区域整体效益的最大化,该机制从结构维度优化国土空间的功能布局,进而有效提升国土空间利用效率。该机制的核心驱动主体为网络中的主导城市。在新型城镇化进程中,主导城市凭借其在资源配置、战略决策及协同治理等方面的比较优势,能够精准吸纳资本、技术与人才等高级生产要素,推动城市功能实现迭代升级。同时,依托其产业集群效应与供应链整合能力,主导者城市通过纵向产业链整合与横向产业功能联动,引导国土空间开发模式向集约高效方向转型,从而有效提升国土空间利用绩效。

从韧性提升路径来看,较之于传统单一核心的“中心-外围”结构,新型城镇化空间关联网络更趋向于形成多中心、扁平化的空间格局。该结构能够有效疏解核心城市的集聚性经济压力,推动增长动能向周边节点城市传导与溢出。通过构建一个韧性较强、多中心协同、生产生活生态空间协调的空间网络结构,进而能够在稳定性和可持续性维度上提高国土空间利用效率。该路径以中介者城市为核心作用节点。在新型城镇化空间关联网络中,中介者城市作为要素流转与信息交互的关键枢纽,发挥着跨区域资源链接的“桥梁”功能。依托其网络区位优势,中介者能够显著降低要素匹配的交易成本,高效吸纳并整合优质发展资源,从而驱动要素的空间集聚与优化配置,最终赋能国土空间利用韧性的提升。

从创新溢出路径来看,空间关联网络作为知识、技术与创新扩散的核心载体,有力驱动国土空间利用模式由外延扩张向内涵提升转型。该机制从动力维度上实现效率提升源泉的根本性重塑,使国土空间利用效率的增长不再依赖于土地要素的持续增量投入,而主要依靠技术进步与创新驱动的内涵式增长,从而推动国土空间利用效率实现质的跃升。该机制的核心驱动力源自主导者城市所具备的创新策源能力及其“极化-扩散”效应。作为区域创新网络的关键枢纽,主导者城市通过技术外溢、知识共享与创新理念的跨界传播,不仅推动周边城市创新能级的整体提升,也促进自身及更大范围内国土空间配置

效率的协同优化,充分体现其在区域协同发展中的创新引领作用与空间辐射功能。

由此可见,新型城镇化空间关联网络通过重塑要素的空间流动格局,赋予不同节点城市差异化的网络红利。无论是发挥控制作用的主导者,占据邻近优势的接近者,还是担任连接功能的中介者,均可

凭借其特定的网络结构优势优化资源配置,从而有效提升国土空间利用效率。据此,本文提出研究假设:由于网络结构的赋能效应,城市在新型城镇化空间关联网络中的结构位置(中心度特征)对其国土空间利用效率具有显著的正向促进作用。综上所述,构建本文的理论分析框架(图1)。

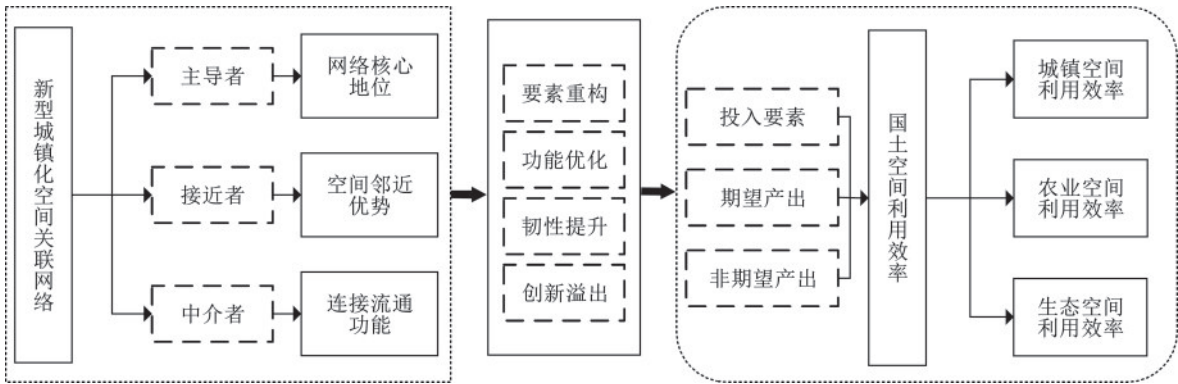


图1 理论分析框架

Fig.1 Theoretical analysis framework

1.2 数据来源

广东省在中国构建“两横三纵”为主体的城镇化战略格局中占据重要位置,省内珠三角与粤东西北地区在经济发展水平、资源禀赋、本底条件等方面存在巨大差别,可在一定程度上全面探究新型城镇化空间关联网络对异质区域国土空间利用效率的影响,研究区域具有代表性,可为其他地区构建有利于促进国土空间高质量发展的新型城镇化空间关联网络提供理论支撑和经验借鉴。鉴于2005年之前数据缺失较多和部分指标统计口径发生变化,本文以2005年为研究起始年份,以广东省21个地级城市2005—2023年的面板数据进行实证分析。其中,地区生产总值、常住人口等社会经济数据来源于2006—2024年《广东统计年鉴》^[25]、2006—2024年《中国城市统计年鉴》^[26],人均道路面积、建成区排水管道密度等城市建设数据来源于2006—2024年《中国城市建设统计年鉴》^[27],农作物播种面积、粮食产量等农业数据来源于2006—2024年《广东农村统计年鉴》^[28]。另外,部分缺失值采用邻近年份变化均值进行补充。

1.3 研究方法

1.3.1 新型城镇化空间关联网络测度 新型城镇化空间关联网络遵循“新型城镇化水平测度-构建空间关联网络-计算空间关联网络特征”的顺序步骤进行分析和测度。

1) 新型城镇化水平测度。参考国家权威文件提出的新型城镇化评价相关指标体系,同时借鉴已有研究^[29-30]成果,考虑到数据可获得性和广东省实际情

况,本文从人口城镇化、空间城镇化、经济城镇化、社会城镇化和生态城镇化5个维度构建新型城镇化水平评价指标体系(表1)。在对指标原始数据进行标准化处理后,采用熵值法确定指标权重,最后通过线性加权法测算出21个地级城市不同年份的新型城镇化水平。

表1 新型城镇化评价指标体系

Table 1 Evaluation indicator system of new-type urbanization

目标层	一级指标	二级指标	单位	属性
新型城镇化水平	人口城镇化	城镇化率	%	+
	空间城镇化	人均建成区面积	m ²	+
		人均城市道路面积	m ²	+
	经济城镇化	社会消费品零售总额	万元	+
		地方财政一般预算内收入	万元	+
	社会城镇化	每万人拥有医疗床位数	张/万人	+
		每万人拥有公共交通工具数	辆/万人	+
		每万人拥有公共图书馆藏书量	册/万人	+
		教育经费占财政支出比重	%	+
		用水普及率	%	+
		燃气普及率	%	+
生态城镇化		建成区排水管道密度	km/km ²	+
		人均公园绿地面积	m ²	+
		污水处理厂集中处理率	%	+
		生活垃圾无害化处理率	%	+
		大气PM2.5浓度	μg/m ³	-

2) 构建空间关联网络。利用修正的引力模型度空间关联网络关系,在传统的引力模型基础上,本文以人均GDP差值和地理距离的比值作为距离因子综合衡量经济和地理因素对空间关联的影响,并以贡献率作为调节因子,修正的引力模型为:

$$F_{ij} = K_{ij} \times \frac{U_i \times U_j}{D_{ij}^2 / (g_i - g_j)^2}, K_{ij} = \frac{U_i}{U_i + U_j} \quad (1)$$

式中: F_{ij} 为城市 i 、 j 间的新型城镇化空间联系强度; U_i 、 U_j 分别为城市 i 和城市 j 的新型城镇化水平; D_{ij} 为城市 i 和城市 j 间的地理距离; g_i 、 g_j 分别为城市 i 和城市 j 的人均GDP; K_{ij} 为引力系数,表示城市 i 在城市 i 、 j 间新型城镇化空间联系中的贡献度。根据公式(1)可计算出两两城市的新型城镇化空间联系强度,随后形成空间关联关系矩阵。借鉴相关研究^[31],本文采用平均数原则法对空间关联关系矩阵进行二值化处理。

3) 计算空间关联网络特征。空间关联网络特征分为整体网络特征和个体网络特征。整体网络特征包括网络密度、网络关联度、网络等级度和网络效率。个体网络特征包含点度中心度、接近中心度和中介中心度,点度中心度是指在新型城镇化空间关联网络中某个城市与其他城市直接相连接的个数。接近中心度是指在新型城镇化空间关联网络中一个城市与其他城市产生联系的最短距离之和。中介中心度是指在新型城镇化空间关联网络中城市所起到的“桥梁”作用大小。空间关联网络特征的具体计算公式为:

$$\begin{aligned} DS &= L / [N(N-1)] & \text{degree}_i &= n / (N-1) \\ C &= 1 - 2V / [N(N-1)] & \text{close}_i &= \frac{1}{\sum_{j=1}^N d_{ij}} \\ GH &= 1 - \frac{K}{\max(K)} & \text{between}_i &= 2 \sum_j \sum_k \frac{b_{jk}(i)}{N^2 - 3N + 2} \\ E &= 1 - \frac{M}{\max(M)} & b_{jk}(i) &= \frac{g_{jk}(i)}{g_{jk}} \end{aligned}$$

式中: DS 、 C 、 GH 、 E 分别为网络密度、网络关联度、网络等级度和网络效率; L 为网络中存在的实际关联数; N 指空间关联网络中的节点总数,在本文中 N 的值为 21; V 为网络中不可达的点对数目; K 和 $\max(K)$ 分别为对称地可达点对数和最大可达点对数; M 和 $\max(M)$ 为多余线条数和最大可能的多余线条数; degree_i 、 close_i 、 between_i 分别为点度中心度、接近中心度和中介中心度; n 为新型城镇化空间关联网络中与城市 i 存在关联的城市数量; d_{ij} 为城市 i 和

城市 j 间的最短距离; $g_{jk}(i)$ 为经过城市 i 并且连接城市 j 和城市 k 两地最短距离路径的数量; g_{jk} 为连接城市 j 和城市 k 两地所有最短距离路径的总数量; $b_{jk}(i)$ 为 $g_{jk}(i)$ 与 g_{jk} 的比值。

1.3.2 面板回归模型 为考察新型城镇化空间关联网络对国土空间利用效率的影响,本文构建面板数据双向固定效应模型进行实证分析,基准回归模型设定为:

$$\text{eff}_{it} = \alpha_1 + \beta_1 \text{spatial}_{it} + \gamma_1 X_{it} + \mu_i + \nu_t + \epsilon_{it} \quad (2)$$

式中: i 为城市; t 为年份; eff_{it} 为被解释变量,是城市 i 在年份 t 的国土空间利用效率; spatial_{it} 为核心解释变量,在第 t 年城市 i 的新型城镇化节点中心度,具体细化为点度中心度(degree)、接近中心度(close)和中介中心度(between); X_{it} 为一系列影响国土空间利用效率的控制变量; α_1 为常数项; β_1 、 γ_1 为待估系数,其中 β_1 是本文重点关注的估计系数,表征新型城镇化空间关联网络对国土空间利用效率的影响。基于本文的研究假说,预期估计系数 β_1 显著为正,即新型城镇化空间关联网络可显著提升国土空间利用效率。 μ_i 、 ν_t 分别为个体固定效应、时间固定效应,以控制不随个体和不随时间变化的因素对国土空间利用效率的影响; ϵ_{it} 为随机扰动项。

1.4 变量选取

1) 被解释变量。本文借鉴相关研究^[3],从城镇空间、农业空间与生态空间 3 个维度构建评价指标体系,分别测算得到城镇空间利用效率、农业空间利用效率与生态空间利用效率。在此基础上,邀请 5 名高校土地资源管理领域专家及 3 名自然资源管理主管部门工作人员,采用德尔菲法经两轮专家咨询确定各维度权重,最终得出城镇空间、农业空间与生态空间的权重值分别为 0.43、0.28 和 0.29,并据此加权得出国土空间利用效率的综合评价价值。国土空间利用效率评价指标体系见表 2,农业碳汇、农业面源污染、农业碳排放和生态空间碳汇的测度方式具体参考已有研究^[6,32-33]进行计算,本文采用考虑非期望产出的超效率 SBM 模型对国土空间利用效率进行测度。

2) 核心解释变量。本文采用节点中心度作为新型城镇化空间关联网络的代理变量,具体包括点度中心度、接近中心度和中介中心度。

3) 控制变量。为确保估计结果的科学性与准确性,加入一系列可能影响国土空间利用效率的控制变量,主要分为自然因素和经济社会因素。在自然因素方面,降水量与气温是影响国土空间利用的重要因素。气温和降水量对农业生产活动起到极为关

键的作用,在一定程度上影响农业生产活动的正常开展,也能够通过影响植物生长,进而影响涵养水源、维持生物多样性等生态空间功能,同时较为极端的气候也影响城镇范围内生产活动的开展。因此,选用平均气温和平均降水量作为控制变量,为统一量纲,对平均降水量进行对数化处理。在社会经济因素方面,居民储蓄水平表征居民在消费支出后的剩余购买力,本文采用城乡居民储蓄年末余额的自然对数作为其代理变量。一般而言,居民储蓄水平越高,表明其潜在购买力越强。然而,若居民倾向于将收入用于储蓄而非消费,则可能抑制商品流通,促使消费结构发生转变,进而引致国土空间利用结构的变化,最终对国土空间利用效率产生影响。地方政府的财政支出行为显著影响国土空间资源的合理配置^[34],在地方政府的各项支出中,又可进一步划分为发展型支出和民生型支出。本文将科学技术支出和农林水事务支出归类为发展型支出,一般公共服务支出和城乡社区支出归类为民生型支出。为统一量纲,对居民储蓄水平、发展型支出和民生型支出均进行对数化处理。上述变量的含义和描述性统计分析见表 3。

表 2 国土空间利用效率评价指标体系
Table 2 Evaluation indicator system of territorial spatial utilization efficiency

目标层	准则层	属性	指标	单位
国土空间利用效率	城镇空间利用效率	投入	地均固定资产投资	万元/km ²
			地均二三产业从业人数	万人/km ²
		期望产出	地均二三产业增加值	万元/km ²
			职工平均工资	元/人
		非期望产出	地均工业废气排放量	t/km ²
			地均工业废水排放量	t/km ²
	农业空间利用效率	投入	地均第一产业从业人数	万人/km ²
			地均农业机械总动力	kW/km ²
		期望产出	地均农业产值	万元/km ²
			农村居民可支配收入	元/人
		非期望产出	人均粮食占有量	kg/人
			地均农业碳汇	t/km ²
	生态空间利用效率	投入	地均农业面源污染	t/km ²
			地均农业碳排放	t/km ²
		期望产出	地均节能环保支出	万元/km ²
			地均水利、环境和公共设施管理业从业人数	万人/km ²
			建成区绿化覆盖率	%
			地均生态空间碳汇	t/km ²

表 3 变量含义与描述性统计
Table 3 Variable definitions and descriptive statistics

变量名称	变量代码	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
国土空间利用效率	eff	399	0.335	0.146	0.137	1.040
点度中心度	degree	399	0.400	0.248	0.200	0.900
接近中心度	close	399	0.644	0.124	0.556	0.909
中介中心度	between	399	0.032	0.056	0.001	0.186
平均气温	tem	399	22.449	1.189	17.385	24.651
平均降水量	lnwater	399	7.459	0.160	6.978	7.841
居民储蓄水平	lnxfin	399	16.453	1.102	13.896	19.514
发展型支出	lnfz	399	12.581	1.130	8.603	15.662
民生型支出	lnms	399	13.053	1.109	10.407	16.518

2 结果与分析

2.1 新型城镇化空间关联网络形态与特征

2.1.1 新型城镇化空间关联网络形态 图 2 为广东省 2005 年、2011 年、2017 年和 2023 年 4 个典型年份的新型城镇化空间关联网络。2005 年,广州、深圳、珠海、佛山、中山关联关系数最多,处于核心位置,东莞与其他城市的关联较多,粤东地区的城市关联关系数大多为 6~9,粤西地区的城市关联关系数基本为 4~5,表明关联关系数的排序为珠三角核心城市>粤东>粤西。2011 年,依然是广州、深圳、珠海、佛山、中山关联关系数最多,处于核心位置,关联关系数的排序为珠三角核心城市>粤东>粤西。2017 年,广州、佛山、珠海、深圳的关联关系数最多,处于核心位置,中山等关联关系数有所下降,粤东与粤西地区城市关联关系数基本为 4~6。2023 年新型城镇化空间关联网络复杂程度增强,除广州、佛山、珠海、深圳依然处于核心位置外,较 2017 年相比,东莞的关联关系数有所增加。从整体看,2005—2023 年新型城镇化空间关联强度较强的区域均在珠三角地区内,且关联强度逐年增强,表明城市间交流逐步增强。从关联方向看,各城市均与珠三角地区产生关联,而在粤东、粤西地区相邻城市间较少产生关联。总体而言,广东省新型城镇化空间关联网络形成以珠三角为核心区,其余地区为边缘区的“核心-边缘”圈层结构。

2.1.2 新型城镇化空间关联整体网络特征 由图 3 可知,2005—2023 年广东省新型城镇化空间关联网络整体特征指标的变动情况。网络密度值越大表示存在节点的关联越紧密,2005—2009 年网络密度由 0.262 上升至 0.293,而后逐步下降,2016 年以后稳定在 0.230 左右,表明关联网络节点关系的紧密程度先上升后下降,且网络密度一直处于较低水平,说明广东省各城市应在推进新型城镇化进程中进一步加强

跨区域合作力度,共绘协同式新型城镇化蓝图。网络关联度用于测度关联网络中是否存在“孤岛节点”,2005—2023年广东省新型城镇化空间关联网络的网络关联度始终为1,表明每个城市至少与1个城市产生空间联系,不存在“孤岛节点”。网络等级度的变化趋势较为波动,2005—2015年呈波动上升趋势,2013—2015年的网络等级度最高且保持稳态,2015年后波动下降,表明广东省新型城镇化空间关联网络在层级分明的等级结构和对称可达的扁平特

征中不断变换,但总体呈由等级结构向扁平结构的转变趋势。结合图2可知,珠三角核心城市在网络中扮演“领导角色”,其余城市尚未摆脱对广州、深圳等城市的依赖。2005—2018年网络效率呈波动上升趋势,由2005年的0.637上升至2018年的0.711,2018年后出现较为缓慢的下降,2023年网络效率为0.690,表明2018年以后新型城镇化关联网络稳定性有所提升,城市间联系的有效渠道增多,城市间协同推进新型城镇化更为顺畅。

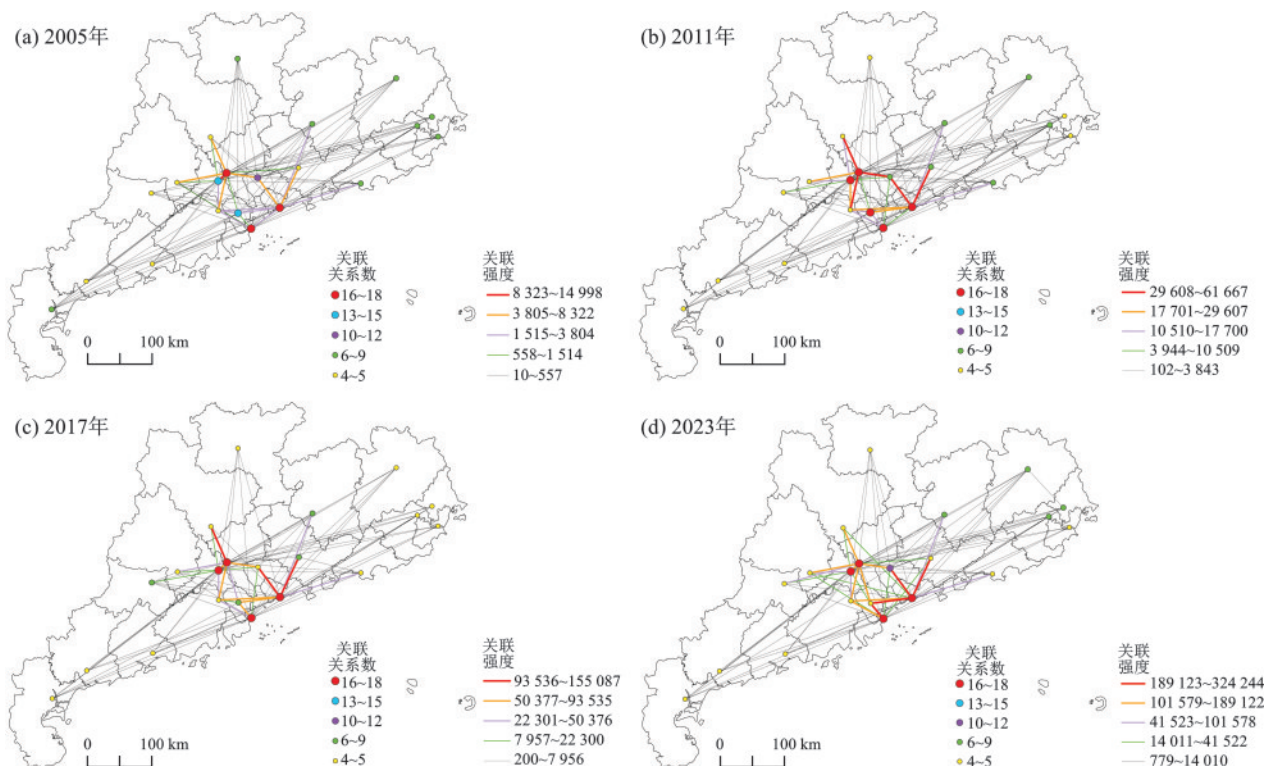


图2 新型城镇化空间关联网络

Fig.2 Spatial correlation network of new-type urbanization

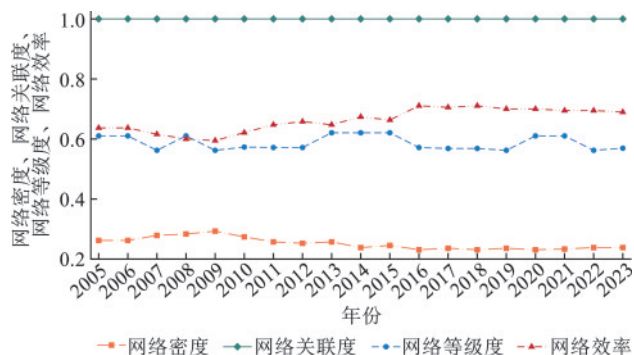


图3 新型城镇化空间关联网络整体特征

Fig.3 Overall characteristics of spatial correlation network of new-type urbanization

2.1.3 新型城镇化空间关联个体网络特征 整体网络特征分析仅可描述新型城镇化空间关联网络的整体特征,无法揭示各地级市在网络结构中的角色属性。因此,本文测度样本考察期内各个城市的节点

中心度(点度中心度、接近中心度和中介中心度),通过对个体网络特征的细致刻画,进而揭示不同城市在新型城镇化空间关联网络中所扮演的角色与发挥的作用。

图4为各城市2005—2023年点度中心度的热力图。广州、深圳、珠海和佛山的点度中心度始终在75以上,远高于其他城市,其中广州和深圳的点度中心度连续多年保持在90,点度中心度越高,则表示与该城市相互关联的城市越多,在新型城镇化空间关联网络中处于主导位置,对其他节点城市产生重要影响。东莞和中山的点度中心度呈先上升后下降趋势,东莞在2018—2023年点度中心度有所回升,表明东莞和中山由要素流入地逐步转换为要素流出地,可能是受到广州、深圳、佛山和珠海4市强要素吸纳能力的影响。韶关、汕头、江门、湛江、茂名、肇庆、惠州、梅

州、汕尾、河源、阳江、清远、潮州、揭阳和云浮的节点中心度一直 <50 ,持续处于较低水平,大多是非珠三角地区城市,对其他城市产生的影响力有限。

图5为各城市2005—2023年接近中心度的热力图。广州、深圳、珠海和佛山的接近中心度始终位居前列,广州和深圳多年保持在90以上。2005—2010年东莞和中山的接近中心度逐步增加,2010年以后出现不同程度的下降趋势,2019年以后东莞的接近

中心度有所回升。其余城市的接近中心度处于较低水平,呈“振荡上升”或“均匀下降”趋势。接近中心度表示该城市与其他建立联系城市的平均“距离”,接近中心度的值越大,表示该城市更容易迅速与其他城市建立便利高效的连接通道。接近中心度与节点中心度的分布特征基本一致,表明处于主导地位的城市凭借其在空间关联网络中的支配优势,更易于与其他城市构建便捷高效的连接通道。



图4 新型城镇化空间关联网络节点中心度热力图

Fig.4 Heat map of degree centrality in spatial correlation network of new-type urbanization



图5 新型城镇化空间关联网络接近中心度热力图

Fig.5 Heat map of closeness centrality in spatial correlation network of new-type urbanization

图6为各城市2005—2023年中介中心度的热力图。广州、深圳、珠海和佛山的中介中心度始终处于第一梯队水平,其中,广州、珠海和深圳的中介中心度

在2005—2018年呈振荡上升趋势,从2019年后开始小幅度下降,但始终高于其他城市。东莞的中介中心度呈上升-下降-回升趋势,但总体处于下降趋势。

2005—2013 年中山的中介中心度稳步上升,2013 年以后逐年下降,由 2005 年的 4.63 下降至 2023 年的 0.16,表明其“桥梁”地位逐渐下降。其他城市的中介中心度始终处于较低水平,且均 <1 。中介中心度表征节点在空间关联网络中所起到的“桥梁”连接作用,处于较高值的城市与点度中心度、接近中心度位于较高值的城市保持一致,折射出在广东省范围内占据主导地位的城市不仅利用其影响力快速与其他城市建

立联系,还充当其他城市交流渠道的“桥梁”,起到连接作用,城市间也更愿意通过影响力大的城市作为中介进行联系。究其原因,与城市的区位禀赋和经济势能息息相关。一方面,广州、深圳、珠海和佛山位于广东省中心地带,同时也是珠三角的核心城市,地理位置优越;另一方面,广州属于副省级城市,深圳为经济特区,经济总量大,因此能够在新型城镇化空间关联网络中占据主导地位,对其他城市产生重要影响。

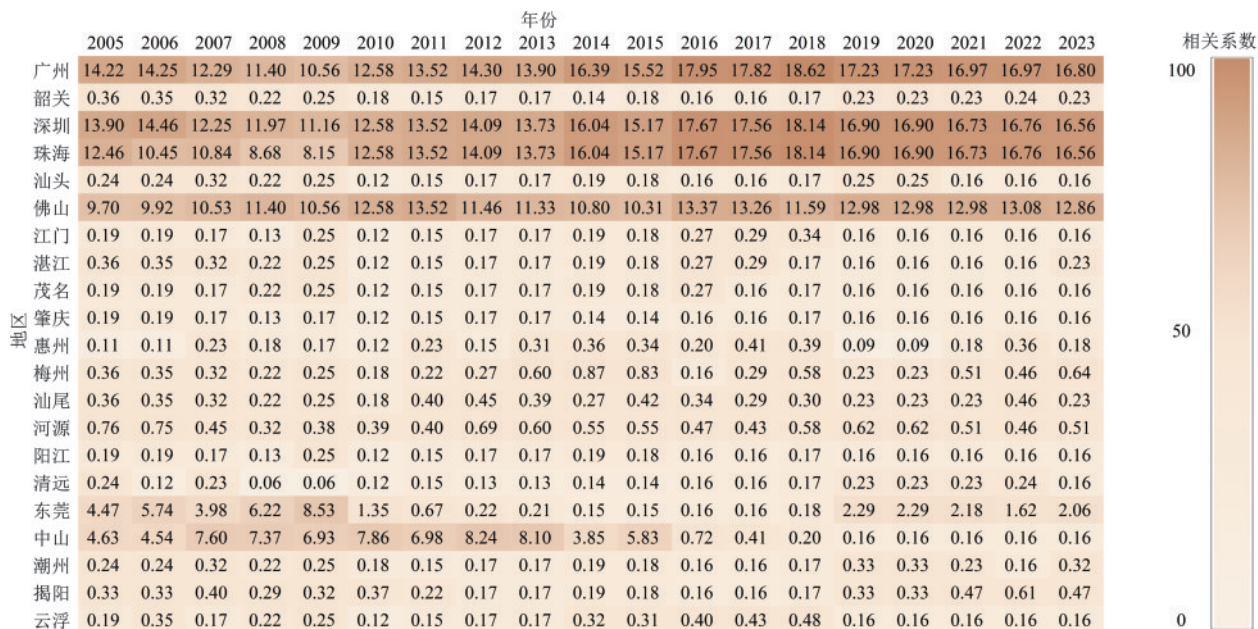


图 6 新型城镇化空间关联网络中介中心度热力图

Fig.6 Heat map of betweenness centrality in spatial correlation network of new-type urbanization

2.2 新型城镇化空间关联网络对国土空间利用效率的影响

2.2.1 节点中心度对国土空间利用效率的影响 利用面板数据固定效应模型实证分析以节点中心度为表征的新型城镇化空间关联网络对国土空间利用效率的影响,回归结果见表 4。模型 1 和模型 2 为核心解释变量是点度中心度的回归结果,其中,模型 2 为加入控制变量的回归结果。模型 3 和模型 4 是核心解释变量为接近中心度的回归结果,其中,模型 4 为加入控制变量的回归结果。模型 5 和模型 6 是核心解释变量为中介中心度的回归结果,其中,模型 6 为加入控制变量的回归结果。

模型 1 回归结果显示,在未加入控制变量时,点度中心度的回归系数为 0.136,且在 1% 显著性水平下显著,表明点度中心度显著提高国土空间利用效率。模型 2 回归结果显示,在控制一系列可能影响国土空间利用效率的变量后,点度中心度的回归系数在 5% 显著性水平下显著为正,表明点度中心度对国土空间利用效率的提升效应具有稳健性。模型 3 和模型 4 回归结果显示,无论是否加入控制变量,接近

中心度的回归系数均在 5% 显著性水平下显著为正,表明接近中心度也能够显著提升国土空间利用效率。模型 5 和模型 6 回归结果显示,未加入控制变量时中介中心度的回归系数显著为正,在加入控制变量后,回归系数虽有所下降,但回归系数仍显著为正,表明中介中心度显著提升了国土空间利用效率。以上回归结果表明,由于网络结构的赋能效应,无论是发挥控制作用的主导者,占据邻近优势的接近者,还是担任连接功能的中介者,不同城市在新型城镇化空间关联网络中的结构位置均对其国土空间利用效率具有显著的正向提升作用,本文研究假说得以验证。

为进一步分析新型城镇化空间关联网络对各类空间利用效率的差异化影响,分别将城镇空间利用效率、农业空间利用效率和生态空间利用效率作为被解释变量,点度中心度、接近中心度和中介中心度作为核心解释变量,运用面板固定效应模型重新进行回归,Panel-1、Panel-2 和 Panel-3 分别汇报点度中心度、接近中心度和中介中心度对 3 类空间利用效率影响的回归结果(表 5)。

表 4 新型城镇化空间关联网特征对国土空间利用效率影响的回归结果
Table 4 Regression results of effects of spatial correlation network characteristics of new-type urbanization on territorial spatial utilization efficiency

变量	国土空间利用效率					
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
degree	0.136*** (0.052)	0.121** (0.057)				
close			0.253** (0.103)	0.230** (0.114)		
between					0.845*** (0.261)	0.689** (0.277)
tem		0.003 (0.020)		0.003 (0.020)		0.000 (0.020)
lnwater		0.133* (0.080)		0.134* (0.080)		0.128 (0.079)
lnxfin		0.102 (0.086)		0.102 (0.087)		0.127 (0.084)
lnfz		0.020 (0.013)		0.020 (0.013)		0.018 (0.013)
lnms		0.039** (0.019)		0.039** (0.019)		0.035* (0.019)
常数项	0.281*** (0.021)	-3.192* (1.784)	0.172*** (0.066)	-3.309* (1.781)	0.308*** (0.009)	-3.406* (1.771)
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	399	399	399	399	399	399
Adj R ²	0.573	0.583	0.572	0.582	0.575	0.583

注:括号内为稳健标准误;***、**、*分别对应 1%、5%、10% 显著性水平。下同。

由 Panel-1 可知,点度中心度仅对城镇空间利用效率产生显著的正向影响,对农业空间利用效率和生态空间利用效率的回归系数虽然为正值,但未通过显著性检验。原因在于,主导者城市在新型城镇化建设过程中侧重于城镇生产要素的集聚,未能充分兼顾农业空间与生态空间的协同发展与系统性治理,因此,新型城镇化空间关联网只能提升城镇空间利用效率。由 Panel-2 可知,接近中心度可显著提升城镇空间利用效率和生态空间利用效率,但对农业空间利用效率没有显著影响。可能得益于接近城市通过与其他地区构建跨区域快速通道,促进生产要素的集聚与优化配置,从而驱动城镇空间的高效利用。同时,其对环境治理的积极投入,也协同推进生态空间集约效率的提升。由 Panel-3 可知,中介中心度能显著提升城镇空间和生态空间利用效率,但对农业空间利用效率没有影响。原因可能在于,中介者城市利用其枢纽地位的特殊性,对城镇流动要素进行针对性吸纳,并积极推动区域环境治理,因此,中介中心度只能提升城镇空间和生态空间利用效率。

以上回归结果表明,不同城市在新型城镇化空间关联网中的异质性角色,对不同类型国土空间利用效率产生异质性影响,共同点在于不管空间关联网中的城市扮演何种角色,均能有效提升其城镇空间利用效率,但对农业空间利用效率无显著影响,表明在新型城镇化空间关联网中,各个节点城市均以城镇空间发展为主,在未来新型城镇化进程中亟须高度重视城乡融合发展问题。

2.2.2 稳健性检验 为确保基准回归结果的稳健性,有效排除极端值的影响,本文对所有连续变量进行双侧 1% 缩尾方法进行稳健性检验,回归结果见表 6。点度中心度的回归系数为 0.121,在 5% 显著性水平下显著,接近中心度的回归系数为 0.226,通过 10% 水平的显著性检验,中介中心度的回归系数为 0.817,通过 1% 显著性检验,表明在对变量进行缩尾后,点度中心度、接近中心度和中介中心度依然显著提升国土空间利用效率,上述基准回归结果并不受异常值的影响,进而增强基准回归结果的可信度,即新型城镇化空间关联网显著提升国土空间利用效率具有较强的稳健性。

表 5 新型城镇化空间关联网特征对不同类型国土空间利用效率影响的回归结果

Table 5 Regression results of effects of spatial correlation network characteristics of new-type urbanization on different types of territorial spatial utilization efficiency

空间类型	变量	城镇空间 利用效率	农业空间 利用效率	生态空间 利用效率
Panel-1	degree	0.216*** (0.058)	0.015 (0.202)	0.081 (0.062)
	常数项	-8.662*** (2.218)	0.849 (3.959)	1.015 (2.325)
	控制变量	是	是	是
	个体固定效应	是	是	是
	时间固定效应	是	是	是
	观测值	399	399	399
	R ²	0.616	0.247	0.570
	close	0.413*** (0.120)	-0.087 (0.397)	0.263** (0.118)
	常数项	-8.869*** (2.213)	0.763 (3.943)	1.004 (2.314)
	控制变量	是	是	是
Panel-2	个体固定效应	是	是	是
	时间固定效应	是	是	是
	观测值	399	399	399
	R ²	0.615	0.248	0.571
	between	1.007*** (0.343)	0.268 (0.862)	0.626** (0.279)
Panel-3	常数项	-9.058*** (2.210)	0.834 (3.926)	0.882 (2.308)
	控制变量	是	是	是
	个体固定效应	是	是	是
	时间固定效应	是	是	是
	观测值	399	399	399
	R ²	0.614	0.248	0.571

2.2.3 异质性分析 新型城镇化空间关联网对国土空间利用效率的影响可能存在显著的区域异质性。鉴于广东省内部的空间非均衡特征,本文从2个维度展开异质性分组检验:其一,基于社会经济与区位禀赋差异,将样本划分为要素集聚、经济发达的珠三角地区和粤东西北地区;其二,基于北高南低的自然地形地貌特征,将样本划分为以南部沿海为主的平原地区和以北部丘陵山地为主的非平原地区。

表 6 稳健性检验回归结果
Table 6 Robustness test regression results

变量	国土空间利用效率		
	模型 1	模型 2	模型 3
degree	0.121** (0.059)		
close		0.226* (0.121)	
between			0.817*** (0.293)
常数项	-2.982* (1.624)	-3.092* (1.621)	-3.328** (1.608)
控制变量	是	是	是
个体固定效应	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
观测值	399	399	399
R ²	0.589	0.588	0.592

由表 7 中 Panel-1 可知,在珠三角样本组内,点度中心度、接近中心度和中介中心度的回归系数均在 1% 水平显著为正,在粤东西北样本组内,点度中心度、接近中心度和中介中心度的回归系数均未通过显著性检验。表明只有在珠三角城市群地区,点度中心度、接近中心度和中介中心度能够显著提升国土空间利用效率,而在粤东西北地区,节点中心度暂未对国土空间利用效率产生积极影响。可能与新型城镇化发展过程中,生产要素仍倾向于流向经济发达地区有关。虽然广东省设立湛江、汕头等省域副中心城市,但无论是经济总量还是发展程度,均与珠三角城市存在较大差距,导致经济非发达地区的节点中心度变化不大,对国土空间利用效率的提升作用不强。

由表 7 中 Panel-2 可知,在平原地区点度中心度、接近中心度和中介中心度能够显著提升国土空间利用效率,而在非平原地区节点中心度暂未对国土空间利用效率产生积极影响。在平原地区,由于地形平坦、交通通达性高及空间开发成本较低,要素集聚与网络传导效率得以显著提升,从而有效增强国土空间利用效能。相比之下,非平原地区受地形阻隔与空间碎片化的制约,其节点中心性难以有效转化为实际资源配置能力,因而对国土空间利用效率的驱动作用暂未显现。因此,未来应充分发挥珠三角地区新型城镇化空间关联网的溢出效应,协同提升粤东西北和山地丘陵地区的国土空间利用效率。

表 7 异质性分析回归结果
Table 7 Heterogeneity analysis regression results

空间 类型	变量	珠三角			粤东西北		
		模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
Panel-1	degree	0.193*** (0.069)			-0.079 (0.177)		
	close		0.371*** (0.140)			-0.224 (0.513)	
	between			1.100*** (0.335)			-8.693 (5.827)
	常数项	1.042 (2.684)	0.728 (2.661)	1.078 (2.621)	-4.538* (2.418)	-4.428* (2.414)	-4.862** (2.436)
	控制变量	是	是	是	是	是	是
	个体固定效应	是	是	是	是	是	是
	时间固定效应	是	是	是	是	是	是
	观测值	171	171	171	228	228	228
	R ²	0.586	0.580	0.595	0.572	0.572	0.575
Panel-2	变量	平原地区			非平原地区		
		模型 7	模型 8	模型 9	模型 10	模型 11	模型 12
	degree	0.136* (0.069)			0.022 (0.166)		
	close		0.232* (0.137)			0.055 (0.485)	
	between			1.029*** (0.386)			-8.392 (6.003)
	常数项	-3.596* (2.053)	-3.694* (2.046)	-3.479* (2.020)	-2.074 (4.252)	-2.103 (4.211)	-2.337 (4.203)
	控制变量	是	是	是	是	是	是
	个体固定效应	是	是	是	是	是	是
	时间固定效应	是	是	是	是	是	是
	观测值	190	190	190	209	209	209
	R ²	0.582	0.579	0.592	0.546	0.546	0.550

3 讨 论

在我国城市发展逐渐进入网络互联阶段的背景下,揭示新型城镇化空间关联网络特征及其对国土空间利用效率的影响效应,有助于深入理解城镇化进程中空间关联的复杂性,为优化国土空间布局、提高资源利用效率提供科学依据,对推动可持续发展具有重要意义。然而,从空间关联网络视角分析新型城镇化与国土空间利用效率间关系的研究较少。与本文最为直接相关的是张玥等^[23]以中国 30 个省级行政区为研究区域,实证分析新型城镇化空间关联网络对土地利用生态效率的影响,该文对本研究具

有重要的启发意义,但是该文仍存在进一步深化的空间:第一,对新型城镇化水平的测度未包含生态城镇化方面的指标,然而,生态环境质量理应是衡量新型城镇化水平的重要组成部分;第二,未直接实证分析新型城镇化空间关联网络对国土空间整体利用效率的影响,仅关注其对土地利用生态效率单一维度层面的影响;第三,以省级行政区为研究单元,研究尺度的过大可能掩盖新型城镇化空间关联网络对土地利用效率影响的异质性。鉴于此,为更全面地审视新型城镇化空间关联网络特征及其对国土空间利用效率的影响,本文基于广东省 21 个地级市的面板

数据,实证分析新型城镇化空间关联网络对国土空间利用效率的影响效应。本研究发现,广东省新型城镇化以珠三角为核心区,形成紧密的空间关联网络,总体上,新型城镇化空间关联网络对国土空间利用效率具有显著的提升效应,但在不同区域间和不同空间利用效率维度方面存在一定的差异。

为提升新型城镇化质量和国土空间利用效率,研究建议应以网络化思维推动新型城镇化高质量协同发展,依托珠三角都市圈的空间邻近性、功能整合度与经济联动性,强化核心城市辐射引领作用,加速现代化都市圈培育与产业梯度转移。同时,基于粤东西北资源禀赋,通过破除制度壁垒、畅通要素流动循环,矫正极化集聚格局,梯次培育次级都市圈,提升其网络节点中心度与国土空间配置效率。进一步以基础设施互联、产业分工协同、统一市场构建及公共服务均等化为支撑,重塑同城化空间组织形态,驱动要素资源跨区域高效流动与优化配置。此外,还应依托城镇化网络化治理机制,构建国土空间开发保护协同体系。在城镇发展层面,应健全跨区域农业转移人口市民化的制度协调机制,深化户籍制度改革,推动公共服务均等化落地。加快建设产业协同创新平台,促进产业链垂直整合与创新要素高效流动,驱动产业结构高端化、智能化转型。在城乡融合与生态治理层面,应组建跨区域乡村振兴协同联盟,推广农业技术,构建生态环境协同治理体系,强化跨边界联防联控。各城市应依据自身资源禀赋与网络功能定位实施差异化发展,珠三角应强化要素溢出效应,辐射带动粤东西北。粤东西北聚焦节点中心度偏低与经济基础薄弱等短板,应加大交通与公共服务投入,培育湛江、汕头等省域副中心城市,提升经济能级与枢纽功能。在强化核心城市集聚效应的同时,通过发挥涓滴效应,推动要素扩散与欠发达地区协同发展,从而在全域范围内形成开发与保护相协调、包容可持续的国土空间利用格局。

本文尚有不足之处有待完善:首先,在对新型城镇化水平和国土空间利用效率指标体系建构方面,随着未来理论和实践的进一步深化,应强化对多维评价指标的遴选和拓展;其次,在研究尺度方面,由于数据收集的局限性,未能在县域尺度开展实证分析;最后,虽然在理论分析框架方面,揭示新型城镇化影响国土空间利用效率的作用机制,但基于相关变量的测度困难,未能在实证上予以验证这些作用路径。未来可在本文的基础上进一步深入研究,以弥补上述不足之处。

4 结论

1) 在广东省新型城镇化空间关联网络中,空间关联强度较强的区域集中在珠三角地区,且关联强度逐年增强,形成以珠三角为核心区,其余地区为边缘区的“核心-边缘”圈层结构。

2) 从新型城镇化空间关联整体网络特征来看,网络关联度始终为1,不存在“孤岛节点”。网络密度先上升后下降,但整体处于较低值,城市间协同性不足。网络等级度波动下降,总体呈现由等级结构向扁平结构的转变趋势。网络效率先上升后缓慢下降,网络稳定性有所提升。

3) 从新型城镇化空间关联个体网络特征来看,广州、深圳、佛山和珠海的点度中心度、接近中心度和中介中心度始终处于较高水平,反映出在广东省范围内占据主导地位的城市不仅利用其影响力快速与其他城市建立联系,还充当其他城市交流渠道的“桥梁”,城市间也更愿意通过影响力大的城市作为中介进行联系。

4) 从新型城镇化空间关联网络对国土空间利用效率的影响来看,点度中心度、接近中心度和中介中心度均可显著提升国土空间利用效率,但上述提升效应仅在珠三角地区、平原地区和城镇空间利用效率维度有更显著的表现。

参考文献:

- [1] 樊杰.我国空间治理体系现代化在“十九大”后的新态势[J].中国科学院院刊,2017,32(4):396-404.
Fan Jie. Perspective of China's spatial governance system after 19th CPC national congress[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2017, 32(4): 396-404.
- [2] 黄贤金.美丽中国与国土空间用途管制[J].中国地质大学学报(社会科学版),2018,18(6):1-7.
Huang Xianjin. Beautiful China and the land space use control[J]. Journal of China University of Geosciences (Social Sciences Edition), 2018, 18(6): 1-7.
- [3] 魏建飞,高威,李强,等.长江经济带国土空间效率差异演进及驱动机理研究[J].中国土地科学,2023,37(5):101-112.
Wei Jianfei, Gao Wei, Li Qiang, et al. Analysis on spatial differences and driving mechanisms of territorial space efficiency in the Yangtze River economic belt[J]. China Land Science, 2023, 37(5): 101-112.
- [4] 李强,魏建飞.皖江城市带国土空间利用效率与高质量发展的时空耦合[J].自然资源学报,2022,37(11):2867-2883.
Li Qiang, Wei Jianfei. Spatio-temporal coupling relationship between territory spatial utilization efficiency and high-quality development in Wanjiang City Belt[J]. Journal of Natural Resources, 2022, 37(11): 2867-2883.

- [5] 姚树荣,张明茹.论国土空间的生产要素属性及其理论意蕴[J].中国土地科学,2024,38(12):10-18.
Yao Shurong, Zhang Mingru. Study on production factor attributes of territorial space and its theoretical implications[J].China Land Science,2024,38(12):10-18.
- [6] 陈美景,王庆日,白中科,等.基于双碳目标的黄河流域资源型城市国土空间利用效率时空特征及影响因素[J].中国土地科学,2024,38(4):101-112.
Chen Meijing, Wang Qingri, Bai Zhongke, et al. Spatial-temporal characteristics and influencing factors of territorial space use efficiency of resource-based cities in the Yellow River basin based on the dual carbon targets[J].China Land Science,2024,38(4):101-112.
- [7] 肖竞,曹珂.快速城镇化时期我国城市发展政策的理论原型、应用逻辑与问题反思[J].城市发展研究,2015,22(12):92-100.
Xiao Jing, Cao Ke. The theoretical origin, application logics and problem analysis of China's urbanization policies during the high-speed urbanization period[J].Urban Development Studies,2015,22(12):92-100.
- [8] 陈明星,叶超,陆大道,等.中国特色新型城镇化理论内涵的认知与建构[J].地理学报,2019,74(4):633-647.
Chen Mingxing, Ye Chao, Lu Dadao, et al. Cognition and construction of the theoretical connotation for new-type urbanization with Chinese characteristics [J].Acta Geographica Sinica,2019,74(4):633-647.
- [9] 方创琳.中国新型城镇化高质量发展的规律性与重点方向[J].地理研究,2019,38(1):13-22.
Fang Chuanglin. Basic rules and key paths for high-quality development of the new urbanization in China[J].Geographical Research,2019,38(1):13-22.
- [10] 丁任重,王河欢,何忻遥.面向中国式现代化的城镇化转型:历史脉络、典型事实与路径选择[J].南开经济研究,2023(10):3-21.
Ding Renzhong, Wang Hehuan, He Xinyao. The transformation of urbanization towards Chinese style modernization: Historical review, typical facts and path choices [J].Nankai Economic Studies,2023(10):3-21.
- [11] 樊杰,赵艳楠.面向现代化的中国区域发展格局:科学内涵与战略重点[J].经济地理,2021,41(1):1-9.
Fan Jie, Zhao Yannan. China's regional development pattern oriented toward modernization: The scientific connotation and strategic priorities[J].Economic Geography,2021,41(1):1-9.
- [12] 陈红梅,张彩莉,李建豹.长三角地区新型城镇化对城市土地绿色利用效率的影响及空间效应[J].长江流域资源与环境,2024,33(7):1382-1396.
Chen Hongmei, Zhang Caili, Li Jianbao. Research on influence and spatial effect of new-type urbanization on urban land green use efficiency in the Yangtze River Delta Region [J].Resources and Environment in the Yangtze Basin,2024,33(7):1382-1396.
- [13] 陈卓,李敏,张耀宇,等.新型城镇化建设对城市建设用地稀缺度的影响研究[J].城市问题,2023(10):94-103.
Chen Zhuo, Li Min, Zhang Yaoyu, et al. Research on the impact of new urbanization construction on the scarcity of urban construction land[J].Urban Problems,2023(10):94-103.
- [14] Cheng Zhonghua, Li Xiang, Zhang Qi. Can new-type urbanization promote the green intensive use of land? [J].Journal of Environmental Management,2023,342:e118150.
- [15] 张东玲,王艳霞,刘敏.新型城镇化对城市土地绿色利用效率的政策驱动效应:基于280个地级市的实证检验[J].城市问题,2022(4):45-54.
Zhang Dongling, Wang Yanxia, Liu Min. The policy-driven effect of new urbanization on the efficiency of green use of urban land: Based on the empirical test of 280 prefecture-level cities[J].Urban Problems,2022(4):45-54.
- [16] Zhang Weishi, Xu Ying, Streets D G, et al. Can new-type urbanization realize low-carbon development? A spatiotemporal heterogeneous analysis in 288 cities and 18 urban agglomerations in China [J].Journal of Cleaner Production,2023,420:e138426.
- [17] Liu He, Gong Yilu, Li Songbo. Nonlinear impact and spatial spillover effect of new urbanization on PM_{2.5} from a multi-dimensional perspective[J].Ecological Indicators,2024,166:e112360.
- [18] 方创琳,刘晓丽,蔺雪芹.中国城市化发展阶段的修正及规律性分析[J].干旱区地理,2008,31(4):512-523.
Fang Chuanglin, Liu Xiaoli, Lin Xueqin. Stages correction and regularity analysis of urbanization course of China [J].Arid Land Geography,2008,31(4):512-523.
- [19] 王士君,廉超,赵梓渝.从中心地到城市网络:中国城镇体系研究的理论转变[J].地理研究,2019,38(1):64-74.
Wang Shijun, Lian Chao, Zhao Ziyu. From central place to city network: A theoretical change in China's urban system study[J].Geographical Research,2019,38(1):64-74.
- [20] 吴朝霞,龙思宇,杨胜苏,等.中国省域绿色全要素生产率空间关联网络的结构特征及其演化机制[J].生态学报,2025,45(12):5736-5752.
Wu Zhaoxia, Long Siyu, Yang Shengsu, et al. Structural characteristics and evolutionary mechanism of spatial correlation network of provincial green total factor productivity in China [J].Acta Ecologica Sinica,2025,45(12):5736-5752.
- [21] 鲁帆,汪应宏,费罗成,等.长江经济带旅游空间关联网络

- 络对城市土地绿色利用效率的影响[J].水土保持学报, 2025, 39(6): 344-356.
- Lu Fan, Wang Yinghong, Fei Luocheng, et al. Impact of tourism spatial correlation network in Yangtze River economic belt on urban land green use efficiency[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2025, 39(6): 344-356.
- [22] 王小华, 杨玉琪, 罗新雨, 等. 中国经济高质量发展的空间关联网络及其作用机制[J]. 地理学报, 2022, 77(8): 1920-1936.
- Wang Xiaohua, Yang Yuqi, Luo Xinyu, et al. The spatial correlation network and formation mechanism of China's high-quality economic development [J]. Acta Geographica Sinica, 2022, 77(8): 1920-1936.
- [23] 张玥, 代亚强, 柯新利. 中国新型城镇化空间关联网络及其对土地利用生态效率的影响: 基于网络节点中心度视角[J]. 中国土地科学, 2023, 37(9): 117-129.
- Zhang Yue, Dai Yaqiang, Ke Xinli. Spatial correlation network characteristics of new-type urbanization and its impact on the land use eco-efficiency in China: A perspective of network centrality [J]. China Land Science, 2023, 37(9): 117-129.
- [24] 刘佳, 宋秋月. 中国旅游产业绿色创新效率的空间网络结构与形成机制[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(8): 127-137.
- Liu Jia, Song Qiuyue. Space network structure and formation mechanism of green innovation efficiency of tourism industry in China [J]. China Population, Resources and Environment, 2018, 28(8): 127-137.
- [25] 广东省统计局, 国家统计局广东调查总队. 广东统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2006—2024.
- Statistics bureau of Guangdong province, Survey office of national bureau of statistics in Guangdong. Guangdong statistical yearbook[M]. Beijing: China Statistics Press, 2006—2024.
- [26] 国家统计局城市社会经济调查司. 中国城市统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2006—2024.
- Department of urban surveys of national bureau of statistics. China city statistical yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 2006—2024.
- [27] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 中国城市建设统计年鉴[M]. 北京: 中国城市出版社, 2006—2024.
- Ministry of housing and urban-rural development of the people's republic of China. China urban construction statistical yearbook [M]. Beijing: China City Press, 2006—2024.
- [28] 广东农村统计年鉴编辑委员会. 广东农村统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2006—2024.
- Guangdong rural statistical yearbook editorial committee. Guangdong rural statistical yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 2006—2024.
- [29] 李硕硕, 刘耀彬, 骆康. 环鄱阳湖县域新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应[J]. 资源科学, 2022, 44(7): 1449-1462.
- Li Shuoshuo, Liu Yaobin, Luo Kang. Spatial spillover effect of new-type urbanization on carbon emission intensity in counties around the Poyang Lake [J]. Resources Science, 2022, 44(7): 1449-1462.
- [30] 刘康, 张寒, 王玲, 等. 新型城镇化对土地利用碳排放效率的影响机制研究: 以黄土高原为例[J]. 中国土地科学, 2024, 38(7): 109-119.
- Liu Kang, Zhang Han, Wang Ling, et al. Research on the influencing mechanism of new-type urbanization on land use carbon emission efficiency: Taking the Loess Plateau as an example [J]. China Land Science, 2024, 38(7): 109-119.
- [31] 赵林, 高晓彤, 刘焱序, 等. 中国包容性绿色效率空间关联网络结构演变特征分析[J]. 经济地理, 2021, 41(9): 69-78.
- Zhao Lin, Gao Xiaotong, Liu Yanxu, et al. Evolution characteristics of spatial correlation network of inclusive green efficiency in China [J]. Economic Geography, 2021, 41(9): 69-78.
- [32] 吕添贵, 付舒斐, 胡晗, 等. 农业绿色转型约束下耕地绿色利用效率动态演进及其收敛特征研究: 以长江中游粮食主产区为例[J]. 中国土地科学, 2023, 37(4): 107-118.
- Lü Tianguai, Fu Shufei, Hu Han, et al. Dynamic evolution and convergence characteristics of cultivated land green use efficiency based on the constraint of agricultural green transition: Taking the main grain producing areas in the middle reaches of the Yangtze River as an example [J]. China Land Science, 2023, 37(4): 107-118.
- [33] 王楠, 郝贝贝, 张思毅, 等. 1991—2021年广东省农业面污染源特征分析[J]. 农业工程学报, 2023, 39(9): 190-200.
- Wang Nan, Hao Beibei, Zhang Siyi, et al. Agricultural non-point source pollution in Guangdong Province of China from 1991 to 2021 [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2023, 39(9): 190-200.
- [34] 范翔宇, 卢新海, 刘进进. 数字经济发展对城市土地绿色利用效率的影响: 基于基础设施建设的调节效应分析[J]. 中国土地科学, 2023, 37(5): 79-89.
- Fan Xiangyu, Lu Xinhai, Liu Jinjin. Effects of digital economy development on the urban land green use efficiency: Based on the moderating effect of infrastructure construction [J]. China Land Science, 2023, 37(5): 79-89.